

COMPOUNDS AND INFRARED DEVICES INCLUDING $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{Q}$, WHERE Q IS As_{1-y}Py AND 0

Publication number: WO9605621

Publication date: 1996-02-22

Inventor: CHEN AN-BAN; SHER ARDEN; VON SCHILFGAARDE MARK

Applicant: STANFORD RES INST INT (US)

Classification:

- International: H01L29/201; H01L31/0264; H01L31/0304; H01L31/10; H01L33/00; H01L29/02; H01L31/0264; H01L31/10; H01L33/00; (IPC1-7): H01L31/0304; H01L27/146; H01L31/103; H01L33/00

- European: H01L29/201; H01L31/0304C; H01L33/00C4D3

Application number: WO1995US10204 19950811

Priority number(s): US19940289391 19940812

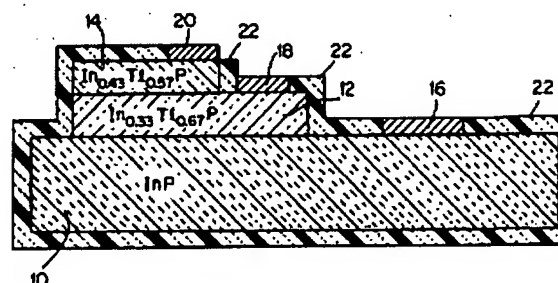
Also published as:

EP0775371 (A)
US5483088 (A)
EP0775371 (A)
EP0775371 (B)

Report a data error he

Abstract of WO9605621

A semiconductor layer of $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{Q}$ carried on a substrate forms an infrared device, where Q is selected from the group consisting essentially of As_{1-y}Py and $0 < x < 1$, $0 \leq y \leq 1$.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表平10-504138

(43) 公表日 平成10年(1998) 4月14日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 1 L 31/10
31/0264
33/00H 0 1 L 31/10
33/00
31/08A
A
L

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平8-507509
 (86) (22) 出願日 平成7年(1995) 8月11日
 (85) 翻訳文提出日 平成9年(1997) 2月12日
 (86) 国際出願番号 PCT/US 95/10204
 (87) 国際公開番号 WO 96/05621
 (87) 国際公開日 平成8年(1996) 2月22日
 (31) 優先権主張番号 08/289, 391
 (32) 優先日 1994年8月12日
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 エス アール アイ インターナショナル
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州
 94025、メンロ パーク、ラベンスウッド
 アベニュー 333
 (72) 発明者 チェン、アンバン
 アメリカ合衆国、アラバマ州 36830、オ
 ーバーン、オリオール ドライブ 2039
 (72) 発明者 シャー、アーデン
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州
 94070、サンカルロス、クレストビュー
 ドライブ 707
 (74) 代理人 弁理士 吉田 精孝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 Q を $As_{1-y}P_y$ とし、 $0 \leq y \leq 1$ として化合物 $In_{1-x}Tl_xQ$ を含む
 化合物および赤外線デバイス

(57) 【要約】

主に $As_{1-y}P_y$ から成るグループから Q を選択し、 x および y の値が、 $0 < x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ の範囲にある化合物 $In_{1-x}Tl_xQ$ の半導体層を基板上に付着させ、赤外線デバイスとする。

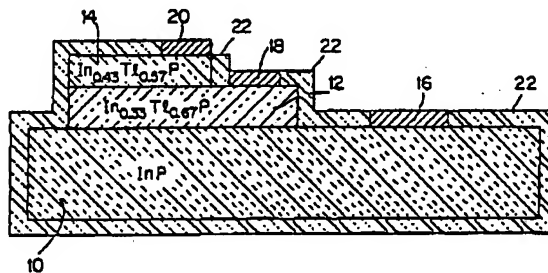


FIG. 1

【特許請求の範囲】

1. 基板と、Qが本質的に $As_{1-y}Py$ から成るグループから選択され、 $0 < x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ として、 $In_{1-x}Tl_xQ$ を含み基板上に付着させた半導体層とを備える赤外線検出器または赤外線エミッタ・デバイス。
2. $y = 1$ である、請求の範囲第1項に記載のデバイス。
3. $x = 0.67$ である、請求の範囲第2項に記載のデバイス。
4. $x = 0.57$ である、請求の範囲第2項に記載のデバイス。
5. $x = 0.24$ である、請求の範囲第1項に記載のデバイス。
6. 基板上に層を形成し、層を形成した基板部分が主に InP から成ることを特徴とする、請求の範囲第2項に記載のデバイス。
7. 層にドーピングを施して、第1の導電性分極を発生させることを特徴とする、請求の範囲第6項に記載のデバイス。
8. 第1の導電性分極を生じる層の上に、第2の導電性分極を生じる $In_{1-x}Tl_xP$ の層を別に形成して、 $p-n$ ホモ接合を設けることを特徴とする、請求の範囲第7項に記載のデバイス。
9. $y = 0$ である、請求の範囲第1項に記載のデバイス。
10. $x = 0.15$ である、請求の範囲第9項に記載のデバイス。
11. 基板上に層を形成し、層を形成した基板部分が主に $InAs$ から成ることを特徴とする、請求の範囲第10項に記載のデバイス。
12. 層にドーピングを施して第1の導電性分極を生じさせ、第1の導電性分極を生じる層とほぼ同じ化合物を含有する第2の層が、第1の導電性分極を生じる層と接触して、 $p-n$ ホモ接合を生じ、第2の層にドーピングを施して第2の導電性分極を生じさせることを特徴とする、請求の範囲第1項に記載のデバイス。
13. 基板上に層を形成し、層を形成した基板部分が主に InQ から成り、層および基板の格子定数がほぼ同じであることを特徴とする、請求の範囲第1項に記載のデバイス。
14. $y = 1$ である、請求の範囲第13項に記載のデバイス。
15. $y = 0$ である、請求の範囲第13項に記載のデバイス。

16. $0 \leq y \leq 1$ である、請求の範囲第13項に記載のデバイス。

17. $0 \leq y \leq 1$ であることを特徴とする、請求の範囲第1項に記載のデバイス。

。

18. 基板が、 z を x 未満の値として $In_{1-x}Tl_zQ$ で表される化合物から成る第2の層を備え、第2の層に入射する光の波長が第2の層を通過して $In_{1-x}Tl_xQ$ の層に吸収され、第2の層に入射するその他の光の波長も $In_{1-x}Tl_xQ$ の層に吸収されるように、第2の層を $In_{1-x}Tl_xQ$ 層の上部に配置したことを特徴とする、請求の範囲第1項に記載のデバイス。

19. $y=1$ 、 $x=0.67$ 、 $z=0.57$ であることを特徴とする、請求の範囲第18項に記載のデバイス。

20. $y=1$ 、 $x=0.24$ であることを特徴とする、請求の範囲第1項に記載

のデバイス。

21. 層上にオーム接点をさらに備える、請求の範囲第1項に記載のデバイス。

22. 主に $As_{1-y}Py$ から成るグループから Q を選択し、 x および y の値が、 $0 < x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ の範囲にある化合物 $In_{1-x}Tl_xQ$ 。

23. $y=0$ であることを特徴とする、請求の範囲第22項に記載の組成。

24. $y=1$ であることを特徴とする、請求の範囲第22項に記載の組成。

25. $0 < y < 1$ であることを特徴とする、請求の範囲第22項に記載の組成。

【発明の詳細な説明】

Qを $As_{1-y}Py$ とし、 $0 \leq y \leq 1$ として化合物 $In_{1-x}Tl_xQ$ を含む化合物および赤外線デバイス

発明の分野

本発明は、一般にはインジウム、タリウム、およびインジウム、タリウムを含む赤外線デバイスに関し、特に、Qが基本的に $As_{1-y}Py$ から成るグループから選択され、 $0 < x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ として、 $In_{1-x}Tl_xQ$ 化合物ならびにこの化合物を含む赤外線検出器および赤外線エミッタ・デバイスに関する。

背景技術

これまでに報告にされている赤外線焦点面検出器配列として、中波長（3～5ミクロン）の赤外線については、テルル化カドミウム水銀（ $Hg_{0.7}Cd_{0.3}Te$ ）、アンチモン化インジウム（ $InSb$ ）、および $p-t:Si$ から形成された、また長波長（8～12ミクロン）の赤外線については、テルル化カドミウム水銀（ $Hg_{0.78}Cd_{0.22}Te$ ）から形成されたスターリング（staring）、すなわち非走査式赤外線焦点面検出器配列がある。様々な努力により、前記配列に関する技術は成熟段階に達し、512画素×512画素もの大型配列が実用化されたが、コストが高く、実際に使用されることはまれであった。例えば、Timlinらの米国特許明細書第5227656号や第5304500号に開示されているように、配列を構成する個々の要素を、シリコン基板の読み出し専用集積回路にインジウムでバンプ・ボンディングしなければならない点が、テルル化カドミウム水銀系やアンチモン化インジウム系のスターリング焦点面検出器配列の問題の1つとしてあげられる。このようなバンプ・ボンディング法では、配列の大きさや安定性が制限される。また、バンプ・ボンディング法には、本来欠陥が数多くあり、テルル化カドミウム水銀による配列の性能を向上させる上で障害となっている。白金シリコンを利用した配列は、読み出し専用集積回路を収めたシリコン・チップ上に組み込むことが可能であろうが、この配列は、量子効率が約1%と低く、配

列の性能が著しく制限される。

高温および非低温の作動温度におけるSN比の向上、多重スペクトル応答、小型画素による大型配列、作動寿命の延長、製造コストの削減などに対する要求が高まるにつれ、現在利用できる材料が十分なものであるかどうかについて疑問が生じている。これまで、前記のような要求を満たす材料がいくつか提案されている。これらの材料は、変形層超格子構造になっており、量子井戸赤外線光伝導体として形成されている。ヒ化ガリウムの基板上に、以上のような材料を付着させ、読み出し専用集積回路をチップ上に搭載してモノリシック集積技法により基板の製造を行うことができる。ところが、従来技術によるこのようなデバイスは、量子効率が10%未満と低く、量子井戸の光学的配列にも問題がある。

したがって、本発明の目的は、新しい改良型赤外線デバイスを提供することである。

また、本発明の目的は、読み出し専用回路も搭載した基板上で成長させることができる、新しい改良型赤外線検出器を提供し、バンプ・ボンディングを不必要にすることである。

また、本発明の目的は、リン化インジウム基板上で成長させることができ、リン化インジウム基板に格子がほぼ適合する新しい改良型赤外線検出器を提供し、超格子構造を不必要にすることである。

また、本発明の目的は、モル比を適切に選択して、様々な波長の赤外線スペクトルを検出できるように調整が可能な、新しい改良型赤外線検出器用の化合物を提供することである。

また、本発明の目的は、特に赤外線検出器および赤外線エミッタに利用するようにした、新しい改良型擬似二元合金化合物を提供することである。

発明の概要

本発明の第1の特徴によれば、赤外線検出器または赤外線エミッタは、基板と、基板上に付着させた $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{Q}$ の半導体層を備えている。ここで、Qは、主に As_{1-y}Py から成るグループから選択し、xおよびyの値は、それぞれ $0 < x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ の範囲にある。本発明の第1および第2の実施例では、それぞれ

れ $y = 1$ 、 $y = 0$ となっており、そのため、層は主に半導体 $\text{In}_{1-x}\text{TlP}$ または $\text{In}_{1-x}\text{TlAs}$ で構成されている。発明者らが行った研究によれば、 $\text{In}_{1-x}\text{TlP}$ および $\text{In}_{1-x}\text{TlAs}$ の半導体層は、凸凹で、 x のどんな値に対してもエピタキシ法により閃亜鉛鉱構造の形で成長させることができ、 $\text{In}_{1-x}\text{TlP}$ および $\text{In}_{1-x}\text{TlAs}$ の格子定数は、 InP および InAs の格子定数とほぼ一致する。エピタキシ法により成長させた $\text{In}_{1-x}\text{TlP}$ および $\text{In}_{1-x}\text{TlAs}$ の半導体層は、本来の点欠陥が比較的少なく、高性能赤外線検出器および赤外線エミッタ・デバイスに必要な移動度および赤外線吸収性が高い。発明者らの研究によると、 TlP は、テルル化水銀とほぼ同じ負のバンド・ギャップを備えた半金属である（テルル化水銀のバンド・ギャップは -0.30 eV 、 TlP は -0.27 eV ）。半導体 $\text{In}_{1-x}\text{TlP}$ のバンド・ギャップ（半導体のバンド・ギャップは必ず正）は、 0.76 未満の様々な x の値に対して長波長および中波長赤外線スペクトル全体にわたっている。

InP は、オーム接点や $p-n$ ヘテロ接合およびホモ接合を形成できるヒ化ガリウムに類似して、移動度が高く、転移度が低い電子材料であるため、 $\text{In}_{1-x}\text{TlP}$ の基板に適している。また、 InP は、機能的な不動態化材／絶縁材（ SiO_2 ）でもあるため、 $\text{In}_{1-x}\text{TlP}$ の基板による高性能読み出し専用集積回路デバイスのサポートが可能になる。したがって、発明者らの研究によれば、エピタキシ法によりヒ化インジウム（ InP ）上に成長させた半導体 $\text{In}_{1-x}\text{TlP}$ は、システムの要件をすべて満たすことができる。半導体 $\text{In}_{1-x}\text{TlAs}$ も、 $\text{In}_{1-x}\text{TlP}$ と同じ特性を多数備えた良好な赤外線検出器となる。 InAs は、 $\text{In}_{1-x}\text{TlAs}$ に最適な基板であるが、 InP の方が、基板として InAs よりも優れているため、 $\text{In}_{1-x}\text{TlP}$ の方が $\text{In}_{1-x}\text{TlAs}$ よりも好ましい。 InP はドーピングが可能であり、デバイス性能が高く、半導体 $\text{In}_{1-x}\text{TlAs}$ よりも半導体 $\text{In}_{1-x}\text{TlP}$ に格子が適合し、また InAs にもなじむため、 InP の方が、基板として InAs よりも優れている。さらに半導体 $\text{In}_{1-x}\text{TlP}$ および InP 基板を使用すると、読み出し専用集積回路チップへのモノリシック集積ができるという利点がある。

インジウム、タリウム、アンチモニの化合物（ $\text{In}_{1-x}\text{TlSb}$ ）の層を、ア

ンチモン化インジウム (InSb) 上に付着させた長波長赤外線検出器を製造しようという試みがこれまで何度も行われてきたことはよく知られている。Applied Physics Letters, Vol. 62, 1857ページ (1993年) (M. von Schilfgaardeら) を参照されたい。 $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{Sb}$ を使用する場合に大きな問題となるのは、この化合物が、閃亜鉛鉱構造よりもさらに稠密な構造に適している点である。 $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{Sb}$ を使用する場合に最も不都合な点は、閃亜鉛鉱格子上での $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{Sb}$ が成長がスムーズには進まないことである。 $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{P}$ や $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{As}$ の場合、このような問題が生じることはないと思われる。このような障害が起こるのは、 Tl を閃亜鉛鉱格子上に移動させるだけの熱力学的力が $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{Sb}$ に欠けているためだと考えられる。

上記に加え、本発明のその他の目的、特徴、利点は、特に添付の図面を参照しながら具体的実施例に関する以下の詳細な説明を読めば、明らかになる。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明の好ましい実施例の側面図である。

第2図は、 $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{P}$ 、 $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{As}$ 、および $\text{Hg}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$ それぞれについて、エネルギー・バンド・ギャップと x の値との関係を表すグラフである。

第3図は、 $\text{In}_{0.33}\text{Tl}_{0.67}\text{P}$ 、 $\text{In}_{0.85}\text{Tl}_{0.15}\text{As}$ 、および $\text{Hg}_{0.78}\text{Cd}_{0.22}\text{Te}$ それぞれについて、電子の移動度と温度との関係を表すグラフである。

好ましい実施例の説明

以下、第1図を参照して説明する。第1図に示す赤外線デバイスは、遮断波長12ミクロンの長波長赤外線を検出するとともに、遮断波長5ミクロンの中波長赤外線エネルギーを検出することもできる。第1図に示した構造は、当該構造の電極に接続したバイアス電圧にしたがい、光起電性検出器または光導電性検出器の働きをする。

第1図の実施例において、リン化インジウム (InP) の半金属バルク基板10には、好ましくは、液相エピタキシ法、金属有機化学気相成長法、金属有機分

子線エピタキシ法、分子線エピタキシ法のいずれかにより、閃亜鉛鉱構造を有するnタイプ・リン化インジウムタリウムの半導体合金層12 ($\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{P}$) が付着させてあり、この層は剛性を備えている。InP基板10は、優れた電子材料である。すなわち、InP基板はキャリアの移動度が高く、(GaAsと類似して) 転移密度が小さく、本来点欠陥がほとんどない。また、表面にオーム接点およびp-n接合を容易に形成することができ、ドーピングを施すことも簡単であり、機能不動態化材/絶縁材(SiO_2)で被覆することも容易であり、この基板上に形成した電子デバイスは、性能が高く一定している。層12の化合物のxの値は、層12が、好ましくは遮断波長12ミクロンの長波長赤外線エネルギーを吸収するように、また層の格子がほぼInP基板10に適合するように選択されている。発明者らが行った研究によれば、格子適合率は、約1%であり、 $x=0.67$ の場合、遮断波長は12ミクロンとなり、これにより層12のバンド・ギャップは、約0.1eVとなる。層12はnタイプの導電性を得るために、シリコンでドーピングしてある。

また、層12には、やはり液相エピタキシ法、金属有機化学気相成長法、金属有機分子線エピタキシ法、分子線エピタキシ法のいずれかにより、さらにリン化インジウムタリウムの半導体合金層14 ($\text{In}_{1-x_2}\text{Tl}_{x_2}\text{P}$) が付着させてある。発明者らの実施した研究によれば、剛性を有する層14は、 $x_2=0.57$ のとき、遮断波長5ミクロン(バンド・ギャップ0.28eVと関連がある)の中波長赤外線エネルギーを吸収し、この間、長波長赤外線エネルギーは層14を通過し、層12に吸収される。層14のリン化インジウムタリウム化合物は、亜鉛、マグネシウム、ベリリウムのいずれかによりドーピングを行って、p型層を形成し、これにより、層12および14の境界面にp-nホモ接合を形成する。

アルミニウム・オーム接点16、18、および20は、それぞれ層12、14、および基板10の露出上面に形成される。適当な電子回路に電極16、18、および20を接続して、デバイスを光導電状態にバイアスしたり、あるいは、デバイスを光起電モードで作動させることができる。基板10、層12および14の残りの露出表面は、不動態化二酸化ケイ素(SiO_2)の層20で被覆する。

第1図に示した構造は、遮断波長が5ミクロンまたは12ミクロンの赤外線エネルギーを検出するように修正できる。遮断波長をわずか5ミクロンにするには、層14およびこの層と関連がある電極16を除去し、赤外線エネルギーが層12に入射するようにデバイスを構成する。遮断波長を12ミクロンにするには、層12を、格子が基板10に適合する超格子構成の $\text{In}_{1-x_3}\text{Tl}_{x_3}\text{P}$ (x_3 の範囲は0.67~0.57)に変更する。

実際のスターリング赤外線焦点面検出器では、 InP 基板10上に、第1図に示した形式のデバイス多数が行および列から成るマトリクス状に配設されており、この基板上には、CMOSバイアス・トランジスタ、読み出しトランジスタ、行および列を成す金属条片、およびその他のコンポーネントも配置されている。

好ましい構成は、 InP 基板および1つまたは複数の $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{P}$ 層を備えているが、この基板が、バルク半金属 InAs であって、 $\text{In}_{1-x_3}\text{Tl}_{x_3}\text{As}$ の半導体閃亜鉛鉱層を備えていることもある。なお、 $\text{In}_{1-x_3}\text{Tl}_{x_3}\text{As}$ では、 $0 \leq x_3 \leq 1$ 、遮断波長5ミクロンの $\text{In}_{1-x_3}\text{Tl}_{x_3}\text{As}$ 層では、 $x_3 = 0.15$ である。本発明の層12および14は、擬似二元化合物 $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{P}$ および $\text{In}_{1-x_2}\text{Tl}_{x_2}\text{As}$ に限定されるものではなく、一般化した擬似三元化合物 $\text{In}_{1-x_4}\text{Tl}_{x_4}\text{Q}$ まで拡張することができる。なお、前式中、Qは、主に As_{1-y}Py から成るグループから選択した元素であり、 x および y の値は、 $0 < x_4 < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ の範囲にある。 $y = 0$ および $y = 1$ については、特別な場合として、それぞれ擬似二元化合物 $\text{In}_{1-x_3}\text{Tl}_{x_3}\text{As}$ および $\text{In}_{1-x_3}\text{Tl}_{x_3}\text{P}$ となる。 $0 < y < 1$ については、上記の一般化した擬似三元化合物となる。この擬似三元化合物については、対象とするスペクトル領域の調整済波長に合わせて赤外線エネルギーを検出、放出することが発明者らの研究により明らかである。基板は、 InP および InAs の好ましい化合物に限定されるものではなく、その他の材料、特に半導体になっているケイ素またはヒ化ガリウムで形成することも可能であるものと理解されたい。このような基板の表面にある $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{Q}$ 層を、物理的に適切な超格子構造により基板に接続する。

発明者らが行った研究に基づき、本発明による $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{P}$ と $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{As}$ および従来技術による $\text{Hg}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$ のバンド・ギャップ・エネルギー

(したがって、遮断波長)を、区間 $0 \leq x \leq 1$ において x の値の関数として示す($\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{P}$ と $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{As}$ については、それぞれ第2図のline 22と24、 $\text{Hg}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$ については、line 26)。必要なバンド・ギャップ、したがって遮断波長は、第2図において x の値を適切に選択すれば得られる。室温に近い温度では、従来技術の HgCdTe の電子移動度に比べて本発明の化合物の電子移動度が高いことが、第3図にはっきりと現われている。第3図には、電子移動度(単位 $10^5 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$)と、 $\text{In}_{0.33}\text{Tl}_{0.67}\text{P}$ (line 28)、 $\text{In}_{0.85}\text{Tl}_{0.15}\text{As}$ (line 30)、 $\text{Hg}_{0.78}\text{Cd}_{0.22}\text{Te}$ (line 32)の温度との関係を表すグラフをプロットしてある。バンド・ギャップ・エネルギーを 0.1 eV にするため、 $10^{14}/\text{cm}^3$ において p をすべて亜鉛でドーピングした。したがって、発明者らの研究結果から、本発明による層では、従来技術で必要となるような大規模な冷却構造が不必要なことがわかる。

本発明の閃亜鉛鉱(4倍座標) $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{P}$ および $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{As}$ の格子構造の剛性、すなわち構造的安定性は、これら化合物の原子の結合エネルギーにより決まる。閃亜鉛鉱の形をした前記化合物は、より稠密な NaCl (6倍座標)構造および CsCl (8倍座標)構造をとる、陽イオン Al 、 Ga 、および In と陰イオン P 、 As 、 Sb と他の化合物に比べて強力な方向性結合を備えた軽い開放構造になっていることが、発明者らの研究により判明した。 TlSb については、 NaCl 構造および CsCl 構造が、閃亜鉛鉱構造 TlSb のバンド・ギャップに追いつく。これは、 TlSb のバンド・ギャップが非常に小さい負の値となっていることから明らかである。 TlSb のエネルギーの秩序がこのように逆転すると、従来技術による $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{Sb}$ 合金を成長させる場合に、様々な問題を生じる原因となる。発明者らの研究結果によれば、従来技術の化合物のさらに稠密な相と比較して TlP および TlAs は安定しており、このため、 $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{P}$ および $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{As}$ は安定しており、難なく製造できることが明らかである。

発明者らの研究によれば、特に以下のような理由により、従来技術による $\text{Hg}_{0.78}\text{Cd}_{0.22}\text{Te}$ と比較して、 $\text{In}_{0.33}\text{Tl}_{0.67}\text{P}$ の長波長赤外線特性が優れて

いることが明らかである。

1. $\text{In}_{0.33}\text{Tl}_{0.67}\text{P}$ の格子定数 5.96 \AA は、 $\text{In}_{0.33}\text{Tl}_{0.67}\text{P}$ を付着させる InP 基盤の格子定数 5.83 \AA にきわめて接近しており、そのため、 $\text{In}_{0.33}\text{Tl}_{0.67}\text{P}$ の液相および固相ダイアグラムが、単純なレンズ形状をしている。
2. TlP の1原子当たりの凝集エネルギー (2.56 eV/原子) は、 HgTe 1原子当たりの凝集エネルギー (1.62 eV/原子) よりも58%大きい。
3. TlP は、半金属で、バンド・ギャップが HgTe とほぼ等しく -0.27 eV である (HgTe のバンド・ギャップは -0.3 eV)。
4. $\text{In}_{0.33}\text{Tl}_{0.67}\text{P}$ のバンド・ギャップ集中の変化率 (dE_g/dx) は、 -1.42 であって、 $\text{Hg}_{0.78}\text{Cd}_{0.22}\text{Te}$ の場合よりも16%小さい。
5. $\text{In}_{0.33}\text{Tl}_{0.67}\text{P}$ の弾性定数は、 $\text{Hg}_{0.78}\text{Cd}_{0.22}\text{Te}$ の弾性定数よりも約33%大きい。
6. 77° K 付近のバンド・ギャップの温度変化率 (dE_g/dT) は小さく (約 $-0.05 \text{ meV/}^\circ \text{ K}$)、 $\text{Hg}_{0.78}\text{Cd}_{0.22}\text{Te}$ の温度変化率 (約 $-0.36 \text{ meV/}^\circ \text{ K}$) の約15%に当たる。 $\text{In}_{0.33}\text{Tl}_{0.67}\text{P}$ の dE_g/dT の値が小さいため、 $\text{In}_{0.33}\text{Tl}_{0.67}\text{P}$ を含む回路の設計が、可変温度操作に関して大幅に単純化され、配列内温度勾配に起因する、大きなマトリクス配列内にある検出器要素の画素性能の空間的変動がほぼ解消される。
7. $\text{In}_{0.33}\text{Tl}_{0.67}\text{P}$ の電子有効質量は、 0.008 で、 $\text{Hg}_{0.78}\text{Cd}_{0.22}\text{Te}$ の電子有効質量にほぼ等しい。
8. $\text{In}_{0.33}\text{Tl}_{0.67}\text{P}$ の孔有効質量は、 0.37 で、 $\text{Hg}_{0.78}\text{Cd}_{0.22}\text{Te}$ の孔有効質量 0.65 よりも43%小さく、その結果、 $\text{In}_{0.33}\text{Tl}_{0.67}\text{P}$ の孔の移動度は著しく高くなり、また、電子オージェ再結合寿命が大幅に長くなる。

以上、本発明の具体的実施例についていくつか説明したが、特許請求の範囲に記載したように、本発明の趣旨および範囲から逸脱することなく前記実施例の変形を行うことができる。例えば、本発明を利用すれば、光起電作用により赤外線スペクトルの大部分を電気エネルギーに変換するような遮断波長を備えた太陽電

池を作製することができる。このような例では、InP基盤上に $\text{In}_{0.24}\text{Tl}_{0.76}\text{P}$ の層を形成する。また、本発明の化合物を利用すれば、通常のその他の構造の赤外線エミッタと組み合わせて赤外線エミッタの層を形成することもできる。

【図1】

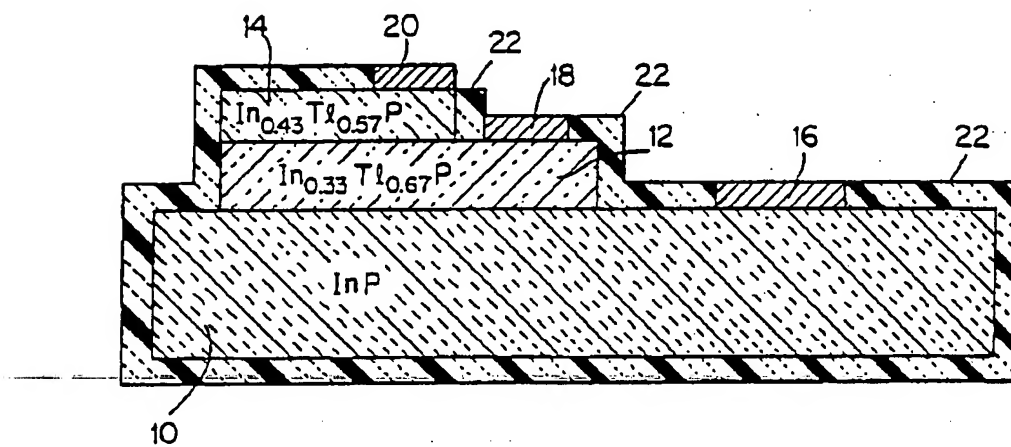


FIG. 1

【图2】

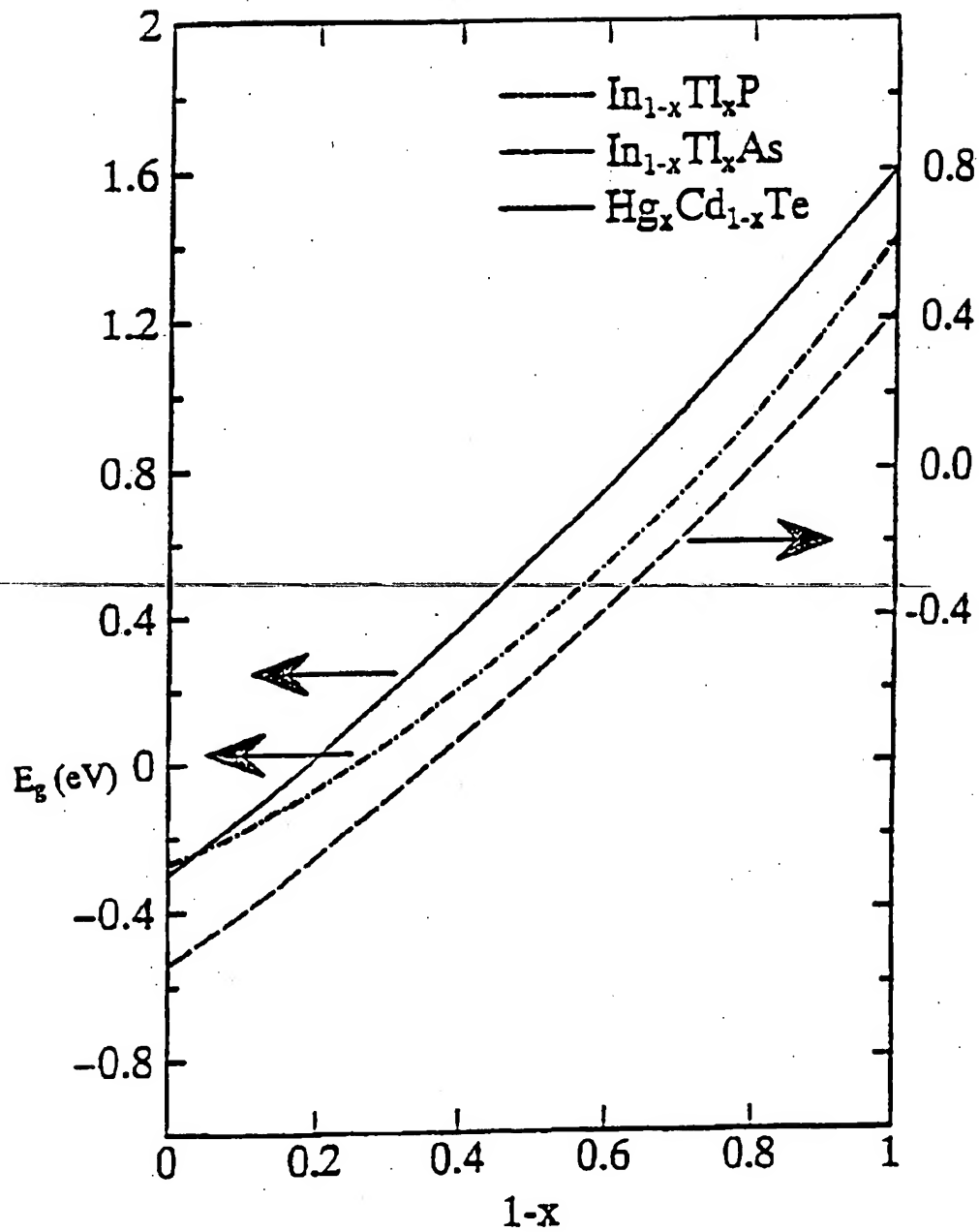


FIGURE 2

【图3】

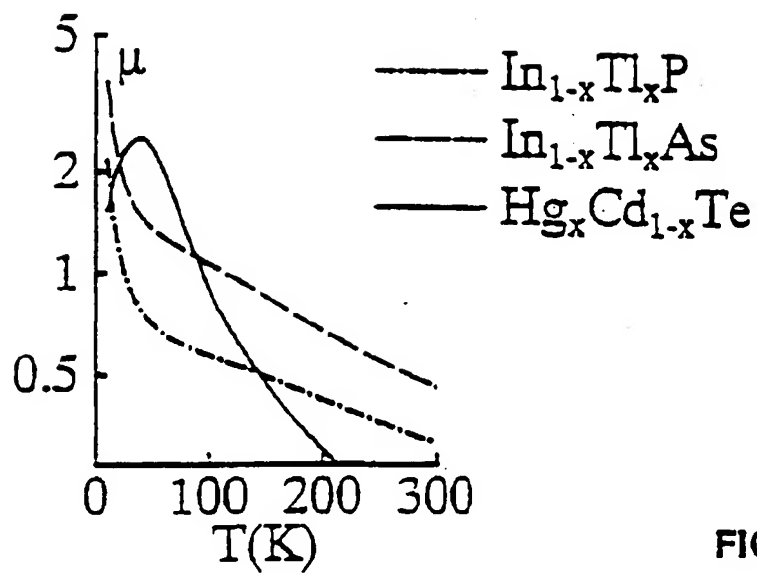


FIG. 3

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Appl. No.
PCT/US 95/10204

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H01L31/0304 H01L31/103 H01L33/00 H01L27/146

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	APPLIED PHYSICS LETTERS, 19 APRIL 1993, USA, vol. 62, no. 16, ISSN 0003-6951, pages 1857-1859, VAN SCHILFGAARDE M ET AL 'Int1Sb: an infrared detector material?' cited in the application see the whole document ---	1
P,X	APPLIED PHYSICS LETTERS, 21 NOV. 1994, USA, vol. 65, no. 21, ISSN 0003-6951, pages 2714-2716, VAN SCHILFGAARDE M ET AL 'Int1P-a proposed infrared detector material' see the whole document -----	1-3, 6, 9-11, 13-15

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☐ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reasons (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 November 1995

Date of mailing of the international search report

29. 11. 95

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

De Laere, A

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(KE, MW, SD, SZ, UG), AM, AT, AU, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LT, LU, LV, MD, MG, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TT, UA, UG, UZ, VN

(72)発明者 ボン、シルフガード、マーク
アメリカ合衆国、カリフォルニア州
94303、パロ アルト、サンタ アナ
2395